

10/088225

PC P00/06271

日 本 国 特 許 庁 13.09.00

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JP00/6271 #3

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1999年 9月21日

REC'D 06 NOV 2000

出 願 番 号  
Application Number:

平成11年特許願第267499号

WIPO PCT

出 願 人  
Applicant(s):

株式会社安川電機

EKV

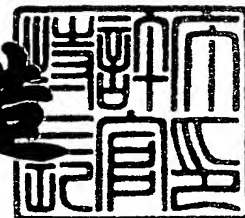
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年10月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3085398

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 P-33130  
 【提出日】 平成11年 9月21日  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 H02M 7/48  
 【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

【氏名】 山本 陽一

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内

【氏名】 井浦 英昭

【特許出願人】

【識別番号】 000006622

【氏名又は名称】 株式会社安川電機

【代理人】

【識別番号】 100073874

【弁理士】

【氏名又は名称】 萩野 平

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100093573

【弁理士】

【氏名又は名称】 添田 全一

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100105474

【弁理士】

【氏名又は名称】 本多 弘徳

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

---

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013930

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702284

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 交流電動機の制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と前記電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて、前記電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、前記交流電動機の電流をゼロにするように強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御し、この時の前記電流制御部出力を用いて演算する出力電圧指令信号を基に、前記交流電動機の残留電圧の位相および角速度を求めることを特徴とする交流電動機の制御方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の交流電動機の制御方法において、前記出力電圧指令信号を基に前記交流電動機の残留電圧の位相および角速度を求める際に、信号保持手段を設け、交流電動機がフリーランする直前の位相指令信号と前記出力電圧指令信号の位相信号との加算値より前記残留電圧の位相および角速度を求めることを特徴とする交流電動機の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、交流電圧を出力する可変速制御装置により交流電動機を可変速させる交流電動機の制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、交流電動機を速度制御するために、出力電圧  $V$  と出力周波数  $f$  の比を一定にする  $V/f$  一定制御方式が知られている。更に、近年では、より高精度に交流電動機を制御するべく、交流電動機に供給される一次電流を、トルクに直接関与する磁化電流（磁束を発生させる電流）とトルク電流（トルクを発生させる電流）とでそれぞれ独立に制御するベクトル制御が実用化されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の制御方式では、連続運転中は安定な制御が行われているが、ひとたび交流電動機の運転中に瞬停（瞬時停電）が発生して瞬停再始動を行うような場合、交流電動機の残留電圧と可変速制御装置の電圧指令の位相が合わない、交流電動機の手速を急変させたり、交流電動機のスリップが増大したりして過大な電流が流れるなどしてトリップするやうな危険がある。これを防止するためには交流電動機の残留電圧と可変速制御装置の電圧指令の位相を合わせて再運転を行う必要があるが、位相を合わせるのがなかなか困難である。このため、交流電動機の残留電圧がなくなつてから、交流電動機の角速度と可変速制御装置の出力周波数を速度検出器から算出するとか、交流電動機の残留電圧を電圧検出器で検出し、その周波数成分から算出するとかして、残留電圧と出力電圧指令信号の位相を一致させ、再運転していたので、瞬停復電後の再始動に時間がかかったり、スムーズな再運転が難しいという問題があった。

そこで、本発明は、瞬停復帰後等に交流電動機の残留電圧の位相と角速度を精度良く測定し、迅速、且つ、スムーズに再運転できる交流電動機の制御方法を提供することを目的としている。

#### 【 0 0 0 4 】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項 1 記載の発明は、交流電動機へ電力を出力する電力変換器を有し、電流指令信号と前記電力変換器の出力電流検出信号の偏差信号に基づいて、前記電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、前記交流電動機がフリーラン状態にある場合に、前記交流電動機の電流をゼロにするやうに強制的に前記電流指令信号をゼロとして電流制御し、この時の前記電流制御部出力を用いて演算する出力電圧指令信号を基に、前記交流電動機の残留電圧の位相および角速度を求めることを特徴としている。

また、請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の交流電動機の制御方法において、前記出力電圧指令信号を基に前記交流電動機の残留電圧の位相および角速度を求める際に、信号保持手段を設け、交流電動機がフリーランする直前の位相指令信号と前記出力電圧指令信号の位相信号との加算値より前記残留電圧の位相および角速度を求めることを特徴としている。

この交流電動機の制御方法によれば、交流電動機がフリーラン状態にある場合に、交流電動機の電流がゼロとなるように制御すると、この結果交流電動機の残留電圧が電圧指令信号に現れることを利用し、この電圧指令信号の位相および角周波数を基にフリーラン状態にある交流電動機の残留電圧の位相および角速度が求められる。それによって、復電後のスムーズな速度復帰が容易になる。

また、残留電圧の位相および角速度を求める際に、信号保持手段を設け、交流電動機がフリーランする直前の位相指令信号と前記出力電圧指令信号の位相信号との加算値より前記残留電圧の位相および角速度を求めるので、位相指令信号の不連続がなくなり機械的なショック発生等の不都合を防止できる。

【0005】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1の実施の形態について図を参照して説明する。

図1は本発明の第1の実施の形態に係る交流電動機の変速制御装置のブロック図である。

図2は図1に示す2相/3相変換器の構成を示すブロック図である。

図3は図1に示す交流電動機のフリーラン状態時の動作波形を示す図である。

図1において、この変速制御装置には、3相交流電源からの交流電源を直流化したのち、PWM制御方式によるインバータで任意の周波数と電圧の交流に再度変換し、この一次周波数および一次電圧を交流電動機9に供給する電力変換器1、外部から入力される速度指令信号 $\omega_{ref}$ が入力し、且つ、3相/2相変換器3が出力する磁化電流帰還信号 $i_{dfb}$ およびトルク電流帰還信号 $i_{qfb}$ から速度推定信号 $\omega_r$ を求める電流ベクトル制御回路2、交流電動機9への一次電流（U相電流 $i_u$ 、W相電流 $i_w$ ）を検出して座標変換を行った磁化電流帰還信号 $i_{dfb}$ 及びトルク電流帰還信号 $i_{qfb}$ を送出する3相/2相変換器3、電流ベクトル制御回路2からの速度推定信号 $\omega_r$ から一次角周波数信号 $\omega_1$ に演算して出力する一次角周波数演算回路4、磁化電流指令信号 $i_{dref}$ と3相/2相変換器3からの磁化電流帰還信号 $i_{dfb}$ とが一致するように設けられた、磁化電流方向電圧を制御する磁化電流制御回路（ACR<sub>d</sub>）5、電流ベクトル制御回路2が出力するトルク電流指令信号 $i_{qref}$ と3相/2相変換器3が出

力するトルク電流帰還信号  $i_{qfb}$  とが一致するように設けられた、トルク電流方向電圧を制御するトルク電流制御回路 (ACR<sub>q</sub>) 6、磁化電流方向電圧指令信号  $V_{dref}$  とトルク電流方向電圧指令信号  $V_{qref}$  とから、U、V、W の各相の電圧指令信号 ( $V_{uref}$ 、 $V_{vref}$ 、 $V_{wref}$ ) の PWM 信号を生成して出力する 2 相 / 3 相変換器 7、一次角周波数演算回路 4 からの一次角周波数信号  $\omega_1$  に基づき交流電動機の誘起電圧を補償するための誘起電圧指令信号

$E_{ref}$  を作成する電圧パターン作成器 8、同じく一次角周波数演算回路 4 からの一次角周波数信号  $\omega_1$  を積算する積算器 10、瞬停を検知後、再運転までを管理する瞬停検出再始動管理回路 11、瞬停検出再始動管理回路 11 からの瞬停信号により、磁化電流指令信号を切り替える磁化電流指令切替器 12、同じく瞬停信号によりトルク電流指令信号を切り替えるトルク電流指令切替器 13、同じく瞬停信号により、位相指令信号を切り替える位相指令切替器 14 が設けられている。

なお、磁化電流制御回路 (ACR<sub>d</sub>) 5 の出力信号は、磁化電流方向電圧指令信号  $V_{dref}$  となり、トルク電流制御回路 (ACR<sub>q</sub>) 6 の出力信号と電圧パターン作成器 8 の出力信号  $E_{ref}$  の加算値は、トルク電流方向電圧指令信号  $V_{qref}$  となる。

又、積算器 10 の出力信号は、3 相 / 2 相変換器 3 および 2 相 / 3 相変換器 7 へ、位相指令信号  $\theta$  として入力される。

【0006】

図 2 において、2 相 / 3 相変換器 7 に入力される磁化電流方向電圧指令信号  $V_{dref}$  とトルク電流方向電圧指令信号  $V_{qref}$  から、

$$|V_1| = (V_{dref}^2 + V_{qref}^2)^{1/2}$$

として出力電圧指令信号  $V_1$  の振幅  $|V_1|$  を演算する電圧指令振幅演算器 70 と、

$$\gamma = \tan^{-1} (V_{qref} / V_{dref})$$

として出力電圧指令信号  $V1$  の位相信号  $\gamma$  を演算する電圧指令位相演算器 71 と、出力電圧指令信号  $V1$  の振幅  $|V1|$  と位相  $\gamma$  および入力される位相指令信号  $\theta$  から、

$$V_{uref} = |V1| \times \cos(\theta + \gamma)$$

$$V_{vref} = |V1| \times \cos(\theta + \gamma + 120^\circ)$$

$$V_{wref} = |V1| \times \cos(\theta + \gamma + 240^\circ)$$

として、U、V、W各相の電圧指令信号  $V_{uref}$ 、 $V_{vref}$ 、 $V_{wref}$  に変換する電圧指令変換器 72 が設けられている。

【0007】

つぎに動作について説明する。

交流電動機 9 の電流がゼロの時の電圧指令信号は、交流電動機 9 の残留電圧と一致する。何故ならば、電流は電位差がある 2 点間に流れるものである。従って電力変換器 1 と交流電動機 9 間の電流がゼロということは、電力変換器 1 の出力電圧と交流電動機 9 の電圧には電位差がない、つまり、同じ電圧値であることを示している。この場合、直交する 2 軸、つまり磁化電流とトルク電流方向に分けて個別に電流制御を行っているので、直交する 2 軸の各成分電圧も、電力変換器 1 出力と交流電動機 9 の電圧は一致する。この結果、交流電動機 9 の残留電圧は直交する 2 軸のそれぞれの成分電圧は、磁化電流方向電圧指令信号  $V_{dref}$  とトルク電流方向電圧指令信号  $V_{qref}$  となって現れる点に着目して、本実施の形態では交流電動機 9 の残留電圧の位相、角速度を検出して瞬停時の再始動動作を行うものである。

瞬停が発生してから復電により再始動する場合の具体的動作は、瞬停再始動管理回路 11 が瞬時停電を検知すると、磁化電流指令切替器 12、トルク電流切替器 13、位相指令切替器 14 に瞬停信号を入力する。瞬停信号が入力されると、磁化電流指令切替器 12 は磁化電流指令信号  $i_{dref}$  をゼロに切替え、同様にトルク電流切替器 13 はトルク電流指令信号  $i_{qref}$  をゼロに切替え、位相指



令切替器 14 は位相指令信号  $\theta$  をゼロに切り替える動作となる。従って、次式のような出力を行う。

$$i_{dref} = 0$$

$$i_{qref} = 0$$

$$\theta = 0$$

以上の動作の後、磁化電流制御回路 5 とトルク電流制御回路 6 により電流制御を行うと、交流電動機 9 の電流がゼロとなるように電流制御が行われる。電流制御により交流電動機 9 の電流がゼロになると、電圧は均衡して交流電動機 9 の残留電圧の直交する 2 軸の成分電圧は、磁化電流方向電圧指令信号  $V_{dref}$  とトルク電流方向電圧指令信号  $V_{qref}$  となって現れる。

この磁化電流方向電圧指令信号  $V_{dref}$  とトルク電流方向電圧指令信号  $V_{qref}$  を入力とした、図 2 に示す電圧指令位相演算器 71 の出力  $\gamma$  は、交流電動機 9 の残留電圧の位相と一致するので、電圧指令位相演算器 71 の出力  $\gamma$  で交流電動機 9 の残留電圧の位相を、電圧指令位相演算器 71 の出力  $\gamma$  の単位時間あたりの変化量で残留電圧の角速度を容易に求めることができる。

以上の動作が終了すると、瞬停再始動管理回路 11 は、電圧指令位相演算器 71 の出力  $\gamma$  を積算器 10 に初期値として設定し、電圧指令位相演算器 71 の出力  $\gamma$  の単位時間当たりの変化量を電流ベクトル制御回路 2 内の速度推定信号  $\omega_r$  に設定するとともに、瞬停信号の解除信号を、磁化電流指令切替器 12、トルク電流切替器 13、位相指令切替器 14 にそれぞれに入力する。磁化電流指令切替器 12 とトルク電流切替器 13 は、それぞれ電流ベクトル制御回路 2 の出力信号である各電流指令信号に磁化電流指令信号  $i_{dref}$ 、トルク電流指令信号  $i_{qref}$  を切替え、位相指令切替器 14 は積算器 10 の出力信号に位相指令信号  $\theta$  を切り替えた後、再運転し交流電動機 9 を継続駆動させる。

【0008】

図 3 は、正回転方向にフリーランしている交流電動機 9 に対して、上のような動作原理を適用した場合の動作波形例であり、図 3 (a) は電圧指令信号波形であり、図 3 (b) は位相  $\gamma$  を示した図である。図 3 (a) に示すように、交流電動機 9 が正転の場合は磁化電流方向電圧指令信号  $V_{dref}$  が、トルク電流方向

電圧指令信号  $V_{qref}$  に対して  $90^\circ$  位相が進み、それぞれの電圧信号の振幅は時間経過とともに減衰している。

又、図 3 (b) の場合は、電圧指令位相演算器 71 の出力  $\gamma$  は正側に回転している場合である。又、図示していないが、交流電動機 9 が逆転している場合は、磁化電流方向電圧指令信号  $V_{dref}$  はトルク電流方向電圧指令信号  $V_{qref}$  に対し  $90^\circ$  位相遅れとなり、それぞれの電圧信号の振幅は時間経過とともに同様に減衰し、電圧指令位相演算器 71 の出力  $\gamma$  は逆側に回転する。

なお、ここまでは、交流電動機 9 の電流がゼロになると、交流電動機 9 の残留電圧は磁化電流方向電圧指令信号  $V_{dref}$  とトルク電流方向電圧指令信号  $V_{qref}$  となって現れると説明したが、交流電動機 9 の電流が完全にゼロにならなくても位相、角速度の検出は可能である。

#### 【0009】

次に、本発明の第 2 の実施の形態について図を参照して説明する。

図 4 は本発明の第 2 の実施の形態に係る交流電動機の可変速制御装置のブロック図である。

図 4 に示す第 2 の実施の形態は、図 1 に示す前実施の形態の動作が、瞬停発生時に位相指令切替器 14 をゼロに切替えるために、位相指令信号  $\theta$  が不連続となって、機械的ショックが発生したり、電力変換部 1 の直流電圧が過電圧となって可変速制御装置がトリップする等の不都合が発生することがあるので、それらを回避するための改善例である。

図 4 の第 2 の実施の形態で、図 1 と異なる構成は、瞬停再始動管理回路 11 が出力する瞬停信号により、位相指令信号  $\theta$  をゼロにする替わりに、新しく信号保持回路 15 を設けて、信号保持回路 15 に一次角周波数信号  $\omega_1$  を保持し、保持した値を電圧パターン作成器 8 と積分器 10 に入力するようにすること、及び、復電により再始動する際に、電圧指令位相演算器 71 の出力  $\gamma$  で交流電動機 9 の位相を、出力  $\gamma$  の単位時間あたりの変化量で残留電圧の角速度を求める替わりに、電圧指令位相演算器 71 の出力  $\gamma$  と位相指令信号  $\theta$  の加算値で交流電動機 9 の残留電圧の位相を、出力  $\gamma$  と位相指令信号  $\theta$  の加算値の単位時間あたりの変化量で残留電圧の角速度を求めるようにすることである。なお、その他の図 1 と同一

構成には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0 0 1 0】

つぎに動作について説明する。

図 4 の構成においても、図 1 の場合と同様に、瞬停時には瞬停信号によって磁化電流指令切替器 1 2、トルク電流切替器 1 3 を電流ゼロに切替えて、磁化電流制御回路 5 とトルク電流制御回路 6 により交流電動機 9 の電流がゼロになるように電流制御が行われ、残留電圧の直交する 2 軸の電圧成分は、磁化電流方向電圧指令信号  $V_{dref}$  とトルク電流方向電圧指令信号  $V_{qref}$  として現れるので、図 2 に示すように、電圧指令位相演算器 7 1 の出力  $\gamma$  と位相指令信号  $\theta$  の加算値  $(\theta + \gamma)$  で交流電動機 9 の残留電圧の位相を、加算値  $(\theta + \gamma)$  の単位時間あたりの変化量で角速度を求める。

このとき、一次角周波数  $\omega_1$  は、瞬停時に信号保持回路 1 5 で保持された側に切替えられるので、信号保持回路 1 5 からの一次角周波数信号  $\omega_1$  が積分器 1 0 に加わり、積分器 1 0 から連続的に位相指令信号  $\theta$  が出力されて加算値  $(\theta + \gamma)$  が得られる。

この動作により、瞬停発生時の位相指令信号  $\theta$  の不連続動作はなくなるので、機械的ショックや可変速制御装置のトリップ等の発生は避けられる。

又、復電後の再始動は、図 1 と同様な復帰手続きを行って、再運転し交流電動機 9 を駆動することにより、迅速でスムーズな再始動が可能となって、瞬停によるインバータ停止が生産ラインの設備全体の停止につながり、損害が拡大するような事態は回避できる。

なお、本発明では、瞬停発生時の位相指令信号  $\theta$  の不連続をなくすために、保持回路 1 5 を設け、一次角周波数を保持するようにしたが、保持回路 1 5 の替わりに、指令切替器を設け、瞬停発生時に一次角周波数をゼロに切り替えても、位相指令信号  $\theta$  の不連続をなくすことができるので、本発明と同様な効果を得ることができる。

また、本発明では、ここまで交流電動機 9 の磁化電流と、トルク電流を夫々独立に制御するベクトル制御を行う可変速制御装置として説明したが、 $V/f$  一定制御を行う可変速制御装置においても、瞬停再始動時に交流電動機の磁化電流と

トルク電流をそれぞれ独立に制御する電流制御部を付加すれば、全く同様な処理で本発明を適用できる。

また、本発明では、瞬停再始動時の動作として説明したが、長時間、交流電動機がフリーランし、既に残留電圧がなくなっている場合は、一度磁化電流を流して、交流電動機の磁束を立ち上げれば、同様な処理で本発明を実施できる。

#### 【 0 0 1 1 】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、交流電動機がフリーランにある場合に交流電動機の電流をゼロにするように強制的に電流制御し、この時の電流制御部出力を用いて演算する出力電圧指令信号を基に、交流電動機の残留電圧の位相および角速度を求めるので、残留電圧の位相と角速度が精度良く測定可能になり、瞬停再始動時等に迅速に、且つ、スムーズに再運転を行えるという効果がある。

また、残留電圧の位相および角速度を求める際に、保持回路に事前の速度信号を保持して位相指令信号を加算した値より残留電圧の位相および角速度を求めるので、位相指令信号の連続性が保たれ機械性のショック、あるいは可変速制御装置のトリップ等の発生を防止して、安定な再運転が可能となる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係る交流電動機の可変速制御装置のブロック図である。

#### 【図 2】

図 1 に示す 2 相 / 3 相変換器の構成を示すブロック図である。

#### 【図 3】

図 1 に示す交流電動機のフリーラン状態時の動作波形を示す図である。

#### 【図 4】

本発明の第 2 の実施の形態に係る交流電動機の可変速制御装置のブロック図である。

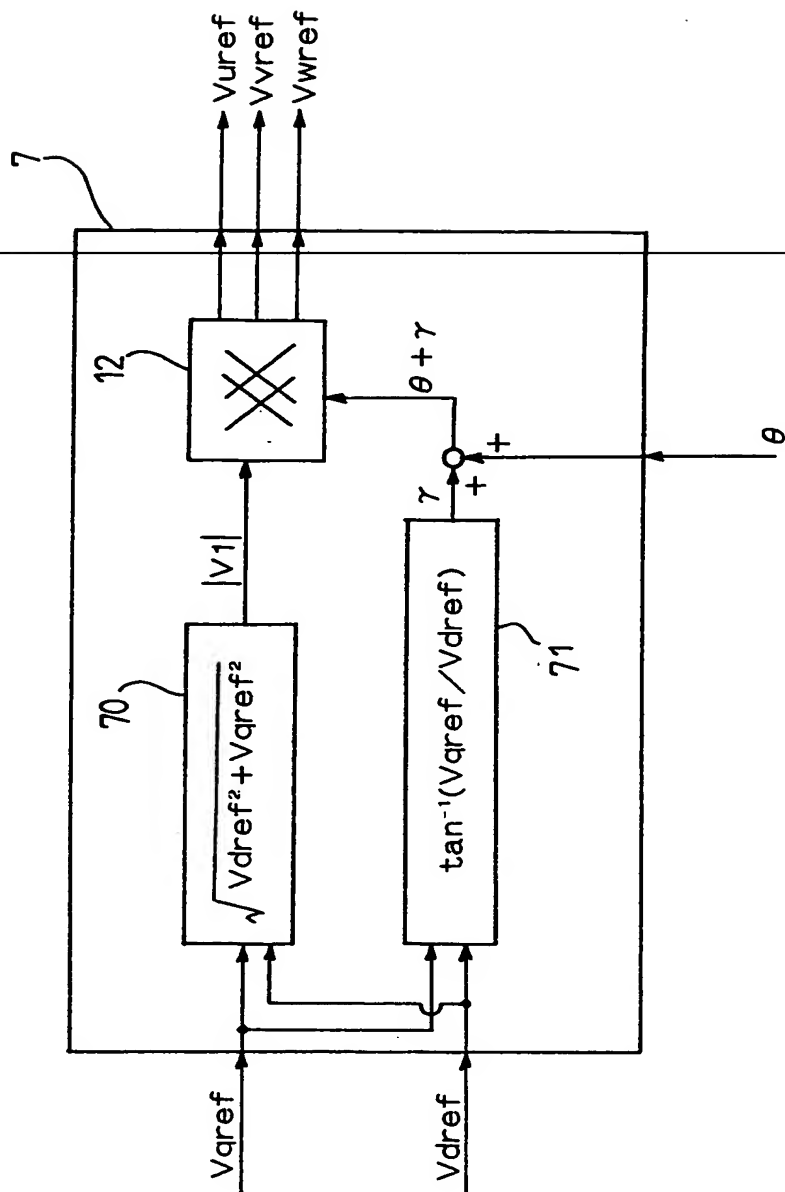
#### 【符号の説明】

#### 1 電力変換器

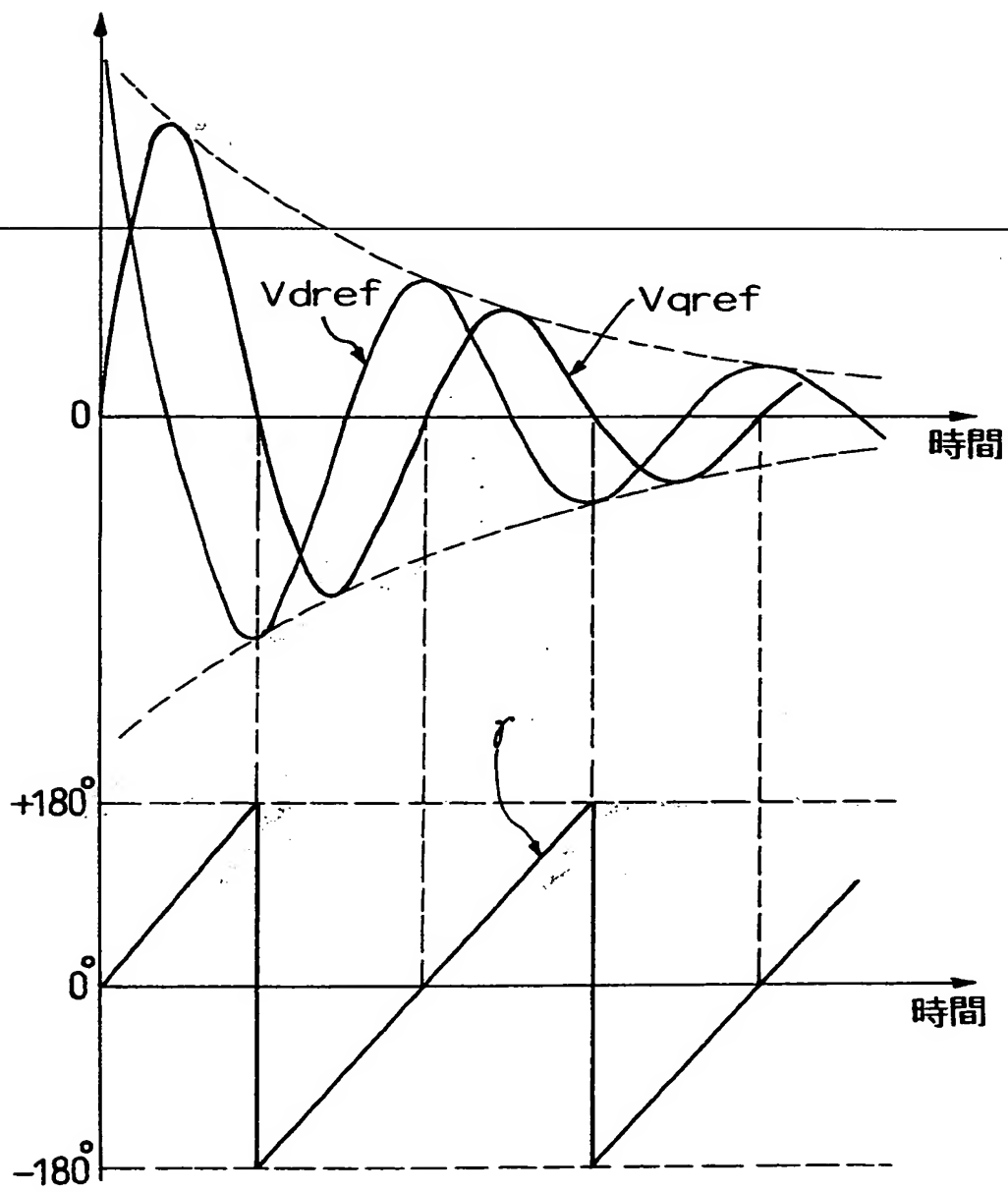
- 2 電流ベクトル制御回路
  - 3 3 相 / 2 相変換器
  - 4 一次角周波数演算回路
  - 5 磁化電流制御回路
  - 6 トルク電流制御回路
  - 7 2 相 / 3 相変換器
- 
- 8 電圧パターン作成器
  - 9 交流電動機
  - 1 0 積算器
  - 1 1 瞬停再始動管理回路
  - 1 2 磁化電流指令切替器
  - 1 3 トルク電流切替器
  - 1 4 位相指令切替器
  - 1 5 信号保持回路
  - 7 0 電圧指令振幅演算器
  - 7 1 電圧指令位相演算器
  - 7 2 電圧指令変換器



【図 2】

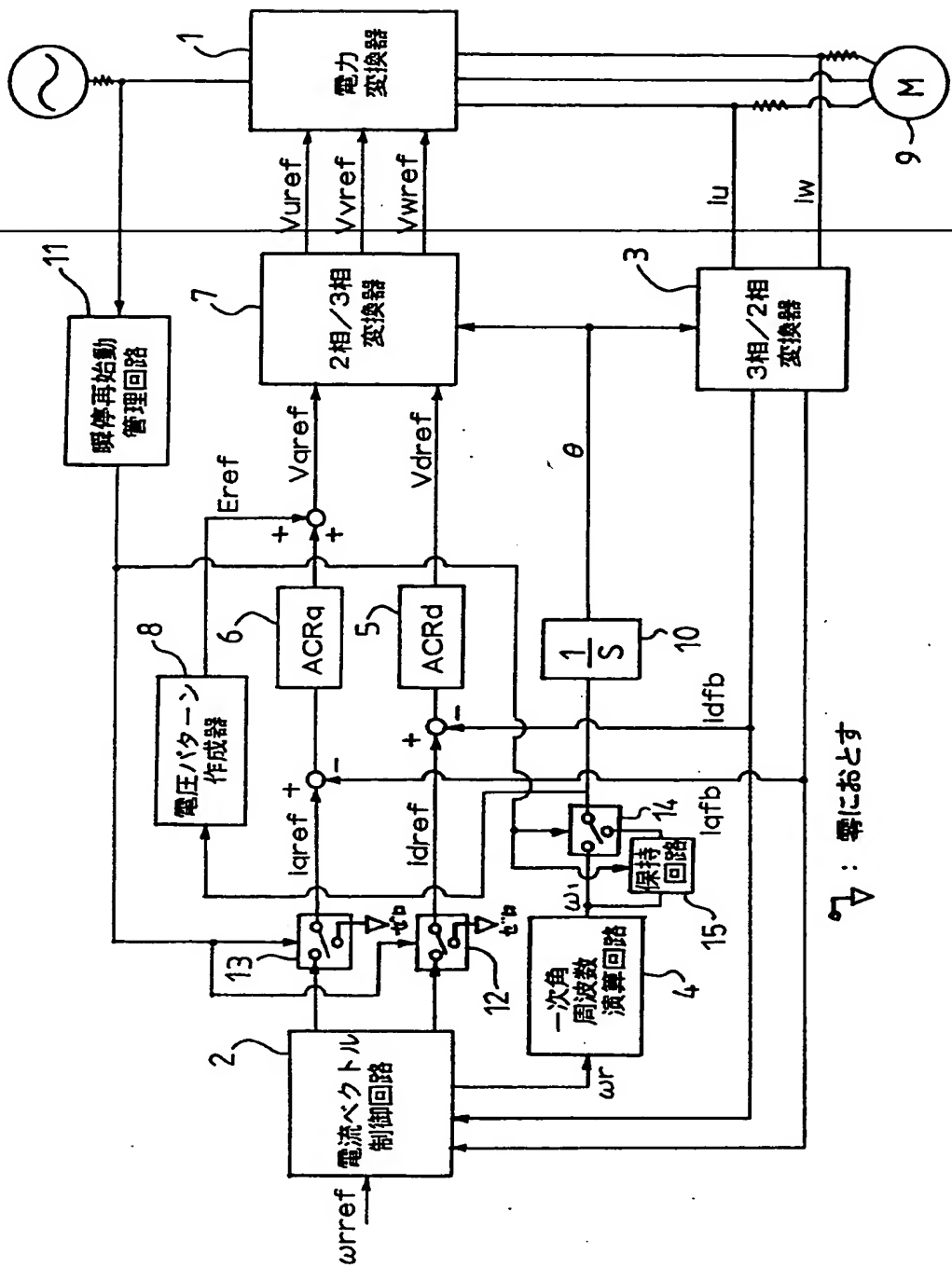


【図 3】





【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 瞬停復帰後等に交流電動機の残留電圧の位相と角速度を精度良く測定して、迅速、且つ、スムーズに再運転できる交流電動機の制御方法を提供する。

【解決手段】 交流電動機 9 へ電力を出力する電力変換器 1 と、電流指令信号  $i_{dref}$ 、 $i_{qref}$  と電力変換器の出力電流検出信号  $i_{dfb}$ 、 $i_{qfb}$  の偏差信号に基づいて、電力変換器の出力電流を制御する電流制御部を備え、交流電動機がフリーラン状態にある場合に、交流電動機の電流をゼロにするように強制的に瞬停再始動管理回路 11 により電流指令信号をゼロとして電流制御し、この時の電流制御部出力を用いて演算する出力電圧指令信号を基に、交流電動機の残留電圧の位相、角速度を求めて復電後の再始動を行うものである。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 6 2 2]

---

1. 変更年月日	1 9 9 1 年 9 月 2 7 日
[変更理由]	名称変更
住 所	福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号
氏 名	株式会社安川電機

